

Kansallisen tieteen kansainväliseen tasoon vaikuttavat tekijät

OLLI POROPUDAS

Johdanto

Suomen Akatemian *Tieteen tila* -raporttien (2012, 2014, 2016) keskeinen huomio on, että Suomi ei ole saavuttanut kansainvälisissä tiedevertailuissa odotettua tasoa; monet Suomen kaltaiset pienet tiedemaat pärjäävät vertailuissa maataamme paremmin. Akatemia ja monet muut tahot (esim. Viljamaa & al. 2010) ovat pohtineet selitystä tähän tilanteeseen, mutta ilman vakuuttavia tuloksia.

Myös yleisemmästä kysymyksestä kansallisen tieteen kansainväliseen tasoon vaikuttavista tekijöistä on keskusteltu vuosia – päätyttyä konsensusukseen (Aagard & Schneider 2016). Artikkelini tarkoitus on tehdä aikaisemmasta tutkimuksesta yhteenvedo, jonka pohjalta voidaan edetä yksittäisten maiden empiiriseen tutkimukseen.

Tarkastelen artikkelissa seuraavia kirjallisuudessa esitettyjä tieteen tasoon vaikuttavia tekijöitä: tutkijat, tutkimusaika, tutkimusyksiköiden koko, kilpailu vs. keskitys, kansainvälinen yhteistyö, tutkimuksen ja rahoituksen keskittäminen sekä tutkimukseen käytetyn rahan määrä. Ulkopuolelle jää joitakin vähemmän esillä olleita asioita, kuten tutkimuksen institutionaalinen järjestäminen (yliopistot vs. tutkimuslaitokset), tutkimuslaitteet ja -välineistö, tutkijakoulutus.

Lähestyn aihetta ensi sijassa kansallisen päätöksentekijän näkökulmasta. Kysyn, mitä maan tulisi tehdä, että sen tieteellisen tutkimuksen taso kohtaisi ennen kaikkea suhteessa muihin maihin.

Menetelmäni on tarkastella tutkimukseen ta-

soon vaikuttavia tekijöitä empiiristen tutkimusten tulosten ja teoreettisen päättelyn avulla. Teoreettisen päättelyn pelkistän usein kahden toimijan järjestelmäksi ja tutkin, miten järjestelmän muuttaminen vaikuttaa sen tuloksiin. Yksinkertaistan tarkastelua liikkumalla kahdella tasolla: maiden ja yliopistojen.

Käsitteet

Tutkimuksella tarkoitan tässä artikkelissa lähinnä yliopistoissa tehtävää perustutkimusta. Vaihtoehtoisia käsitteitä ovat tieteellinen tutkimus tai akateeminen tutkimus.

Tutkimuksen tasolla voidaan viitata tutkimuksen laajuuteen, tuottavuuteen ja laatuun. Laajuudella tarkoitetaan, kuinka paljon maassa tehdään tutkimusta; joissakin maissa sitä tehdään paljon, ja niissä on sitä varten rakennettu koneisto, toisissa se on vasta alkutekijöissään. Tutkimuksen tuottavuus viittaa tieteellisen tuotannon ja sen aikaansaamiseen käytettyjen panosten väliseen suhteeseen. Tieteellistä tuotantoa mitataan julkaisujen määrällä, panoksia tutkimukseen käytetyn rahan mutta myös tutkijoiden tai laajemmin tutkimushenkilökunnan määrällä. Tutkimuksen tuottavuutta on julkaisujen määrä aikayksikköä ja julkaisujen tuottamiseen käytettyjä panoksia kohti (vrt. Abramo & D'Angelo 2014a). Maiden välisissä vertailuissa korkeampaa tuottavuutta edustaa maa, joka tuottaa enemmän julkaisuja aikayksikköä ja käytettyä panosmäärää kohti.

Tutkimuksen laadulla tarkoitetaan, missä määrin tutkimus vie tiedon tasoa eteenpäin tai laajentaa olemassa olevaa tietämystä. Yliopistojen, tutkimusryhmien tai yksittäisten tutkijoiden tutkimuksen laatu määrittyy tavallisimmin vertaisarvioinnissa, sen perusteella, miten arvokkaana

Käsitteistä ovat kommentoineet opetusneuvos Reijo Aholainen ja opetusneuvos Tuomas Parkkari opetus- ja kulttuuriministeriöstä.

muut tutkijat pitävät tutkimuksen tuloksia. Paljon käytetään myös bibliometrisiä indikaattoreita, jotka tavallisesti perustuvat tutkimusjulkaisujen saamien viittausten määriin. Julkaisu- ja viittauskäytännöt kuitenkin vaihtelevat tieteenaloittain.

Vaikka viittaukset ja vertaisarviointien tulokset korreloivat voimakkaasti keskenään (Oppenheim 1997; Rinia & al. 1998; Aksnes 2005; Adams 2009), kaikki eivät hyväksy ajatusta, että viittausten määrä indikoisi tutkimuksen laatua. Onkin selvää, että viittaukset voivat olla vain laadun likiarvo, ja vain jos kyseessä ovat suuret julkaisuvolyymit; yksittäisten julkaisujen tai tutkijoiden tuotannon laatua niillä ei voi arvioida. Viittauksien yhteydessä tässä artikkelissa käytetään laadun sijasta vaikuttavuuden käsitettä.

Kansainvälisissä vertailuissa maan tutkimuksen vaikuttavuutta mitataan viittausindekseillä, joissa maan saamien viittausten määrä on suhteutettu maailman julkaisujen saamien viittausten keskiarvoon ja joissa maiden tieteenalaserot on otettu huomioon. Näissä indekseissä maailman keskiarvoa mitataan luvulla 1,0. Maailman keskiarvoa korkeampi tutkimuksen vaikuttavuus saa suurempia arvoja kuin 1,0 ja matalampi pienempiä. Yleisimpiä viittausindeksejä ovat suhteellinen viittausindeksi, joka on laskettu maan kaikkien julkaisujen perusteella, ja Top 10 -indeksi, jossa otetaan huomioon vain ne julkaisut, jotka kuuluvat julkaisujen viitatuimpaan 10 prosenttiin. Top 10 -julkaisuja pidetään usein tiedettä voimakkaasti eteenpäin vievänä läpimurtotutkimuksena. Kansainvälisissä vertailuissa nämä kaksi indeksiä käytäytyvät melko samalla tavalla. Viittausanalyysin rajoitus on, että ne toimivat lähinnä luonnon- ja lääketieteissä; erityisesti humanistisissa ja yhteiskuntatieteissä niiden edustavuus on toistaiseksi heikko.

Tutkimuksen määrä, tuottavuus ja vaikuttavuus ovat eri asioita, vaikka usein ne korreloivatkin. Niitä tulee tarkastella erikseen, eikä samoilla tekijöillä voida edistää molempia. Tässä artikkelissa tutkimuksen tasolla tarkoitetaan lähinnä sen laatua; jos sitä käytetään muussa merkityksessä, siitä mainitaan erikseen.

Kansallisella päätöksentekijällä tarkoitan niitä henkilöitä tai instituutioita, joilla on valta ja vastuu maan tiedepolitiikan edistämisestä. Päätöksentekijä vaihtelee kontekstin mukaan: se saat-

taa olla virkamieskoneisto, tiedeministeri, hallitus tai parlamentti. Yksinkertaisuuden vuoksi puhun joko kansallisesta päätöksentekijästä tai vain maasta.

Artikkelin rakenne

Esitykseni jakautuu kahteen lukuun. Ensin tarkastelen aikaisemman tutkimuksen esiin nostamia maan tieteelliseen tasoon vaikuttavia tekijöitä. Tekijöitä tarkastelen tärkeysjärjestyksessä; tärkeimmät tekijät ovat ensin, sen jälkeen täydentävät tekijät. Poikkeuksena on tutkimusrahoituksen määrä, jonka olen sijoittanut viimeiseksi, vaikka se on tietyllä tavalla kaikkein tärkein tekijä. Tämän jälkeen vedän tarkasteluni yhteen ja käyn keskustelua sen tuloksista.

Tutkimuksen laatuun vaikuttavat tekijät

Tutkijakunnan rakenne

Tieteensosiologian perinteinen maiden ja yliopistojen tutkimuksen tasoerojen selitys on tutkijakunnan rakenne (esim. Lotka 1926; Price 1986, 37–53; Cole & Cole 1972). Varsin pieni osa tutkijoista tuottaa paljon ja korkealaatuista tutkimusta. Maiden välisiä eroja selitetään tuotteliaiden tutkijoiden osuudella maan kaikista tutkijoista.

Tutkijoiden tuottavuuden ja tutkimuksen laatuero ovat todella suuria. Taulukossa 1 maailman (otos) tutkijat on järjestetty viittausmäärän mukaiseen järjestykseen.¹ Impaktiluokka Top 1 % tarkoittaa sitä yhtä prosenttia tutkijoista, jotka ovat saaneet julkaisuilleen eniten viittauksia, impaktiluokka Top 2–10 % sisältää seuraavaksi eniten viittauksia saaneet tutkijat jne. Keskimäärin maailman tutkijat ovat tuottaneet vuotta kohden 0,4 julkaisua, jotka ovat keränneet 18,8 viittautusta. Viittauksia tutkijaa kohti kertyy 7,5. Ylimpään Top 1 % -impaktiluokkaan kuuluvat tutkijat tuottavat 5,4 julkaisua vuodessa, joista kuhunkin viitataan 33,4 kertaa. Alimpaan Top 51–100 % -impaktiluokkaan kuuluvien tutkijoiden vastaavat luvut ovat 0,1 ja 4,2.

¹ Lähteenä on käytetty Ali Gaznin ja Zahra Ghaseminikin artikkelia (2016), joka perustuu Thomson Reutersin aineistoon maailman julkaisuista. Aineiston käsittely ei ole täysin tyydyttävä, koska yhteisjulkaisut on merkitty kirjeenvaihtajakirjoittajan nimiin; he saavat näin todellista osuutta suuremman määrän julkaisuja ja viittauksia. Tarkkuus on kuitenkin riittävä ja osoittaa laajassa mitassa sen, minä Alfred J. Lotka ja muut tutkijat ovat osoittaneet pienemmillä aineistoilla.

Taulukko 1. Maailman tutkijoiden julkaisut ja viittaukset vuotta kohti vuosina 1990–2013.

Tutkijan impaktiluokka	Tutkijoita	Julkaisuja	Viittaukset	Viittaukset/ julkaisu	Julkaisuja/ tutkija	Viittaukset/ tutkija
Top 1%	377	2 046	68 328	33,4	5,4	181,2
Top 2–10%	3 395	5 442	13 1493	24,2	1,6	38,7
Top 11–20%	3 772	2 425	39 150	16,1	0,6	10,4
Top 21–50	11 315	3 321	35 397	10,7	0,3	3,1
Top 51–100%	18 859	1 759	7 383	4,2	0,1	0,4
Yhteensä	37 717	14 993	281 751	18,8	0,4	7,5

Lähde: Gazni & Ghasemnik 2015.

Taulukon 1 tiedot voidaan tiivistää jakamalla tutkijat kahteen ryhmään: tuotteliaisiin tutkijoihin ja perustutkijoihin. Tuotteliaita tutkijoita ovat ne 10 prosenttia, jotka keräävät eniten viittauksia, perustutkijoita loput 90 prosenttia. Tuotteliaat tutkijat julkaisevat puolet kaikista julkaisuista ja keräävät 71 prosenttia viittauksista. Tuotteliaat tutkijat saavat 22 kertaa enemmän viittauksia kuin perustutkijat. Enemmyys muodostuu suuremmasta julkaisujen määrästä ja niiden saamasta suuremmasta viittausmäärästä. Tuotteliaiden tutkijoiden julkaisutuottavuus on 9-kertainen ja heidän julkaisunsa saamien viittauksien määrä 2,4-kertainen suhteessa perustutkijoihin. Kaikki tuotteliaat tutkijat eivät kuitenkaan julkaise paljon. Empiiriset tutkimukset osoittavat, että on paljon tutkijoita, joiden julkaisuihin viitataan paljon, mutta he julkaisevat vain kohtuullisesti (Cole & Cole 1967; Feist 1997).

Maa voi kohottaa tutkimuksensa tuottavuutta ja laatua rekrytoimalla tuotteliaita tutkijoita (Bland & Ruffin 1992; Liefner 2003), joita maa voi saada kahdella tavalla. Ensimmäinen on lahjakkaiden nuorten houkuttelu tieteelliselle uralle, toinen tuotteliaiden ulkomaisten tutkijoiden palkkaaminen (Franzoni & al. 2015; OECD 2013; Scellatto & al. 2015). Lahjakkaita nuoria maa saa tieteen pariin tarjoamalla tutkijoille maan muita sektoreita paremmat työehdot. Työehtojen tulee olla riittävät myös suhteessa vertailumaihin (Ben-David 1960; Cole & Phelan 1999; Metcalf & al. 2005).

Rekrytoinnin merkitystä voidaan havainnollistaa tarkastelemalla tilannetta, jossa maa palkkaa vaihteittain uusia tutkijoita (taulukko 2).² Oletetaan, että ensimmäisessä vaiheessa maan tutkija-

kunta muodostuu taulukon 1 Top 51–100 % -impaktiluokan tutkijoista, jotka saavat julkaisuilleen 4,2 viittautta (tutkimuksen vaikuttavuus). Toisessa vaiheessa maa laajentaa tutkijakuntaa Top 21–50 % -impaktiluokan tutkijoilla, kolmannessa Top 11–20 % -impaktiluokan tutkijoilla, jne. Toisen vaiheen tutkijoiden lisäys nostaa maan tutkimuksen vaikuttavuuden 8,4:ään eli kaksinkertaiseksi. Viimeisessä vaiheessa maan viittaukset julkaisua kohti ovat 18,8, mikä tarkoittaa 4,5-kertaista vaikuttavuutta verrattuna ensimmäiseen vaiheeseen. Tai jos viimeisen vaiheen tutkimuksen vaikuttavuudelle annetaan arvo 1,0, lähtötilanteen vaikuttavuus on 0,22.

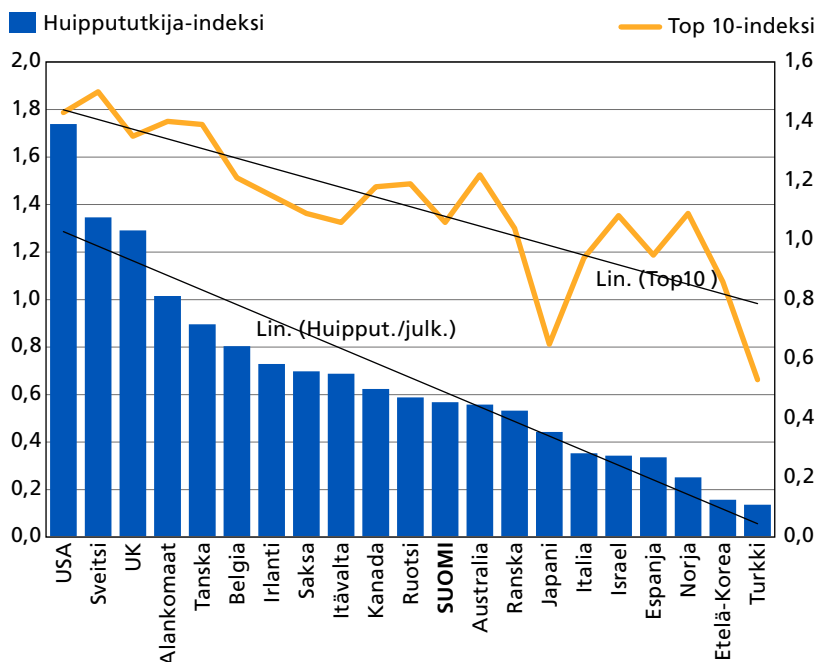
Vaihteluväli 0,22–1,0 kuvaa hyvin myös maailman maiden välisiä eroja. Jo OECD-maiden väliset erot ovat suuria. Vuosina 2011–2014 Sveitsin Top 10 -indeksin arvo oli 1,50, Slovakian 0,37. Vuosina 2001–2004 Slovakian Top 10 -indeksi oli 0,28 ja vielä kymmentä vuotta aikaisemmin 0,17, kun samoina ajanjaksoina huippumaiden indeksin arvo oli 1,4 (Suomen Akatemia 2016). OECD-maat edustavat kansainvälisessä vertailussa eliittiryhmää; sen ulkopuolella olevien maiden viittausindeksi on useimmiten vielä huomattavasti matalampi.

Käytettävissä ei ole kansainvälistä aineistoa, joka pystyisi yhdistämään yksittäisten maiden tutkijat ja julkaisut toisiinsa. Sen vuoksi näiden teo-

Taulukko 2. Maan julkaisujen saamat viittaukset tutkijoiden impaktiluokan kohotessa.

Vaihe	Viittaukset/ julkaisut	Indeksi (1. vaihe=1,0)	Indeksi (5. vaihe=1,0)
1. vaihe	4,2	1,0	0,22
2. vaihe	8,4	2,0	0,45
3. vaihe	10,9	2,6	0,58
4. vaihe	16,5	3,9	0,88
5. vaihe	18,8	4,5	1,00

² Tämä on käänteinen tarkastelu Kwiekin toteamukselle Euroopan maiden tutkijaeliitistä: huippututkijoiden poistaminen tutkijakunnasta johtaisi tieteellisen tuotannon puolittamiseen (Kwiek 2016).



Lähteet: Thomson Reuters 2014; Bornmann & Bauer 2015, Suomen Akatemia 2016.

Kuvio 1. Huippututkijat ja Top 10 -indeksi 2011–2014.

reettisten laskelmien paikkansapitävyyttä ei voida todentaa kattavasti. Kuitenkin Thomson Reuter-sin paljon viitattujen tutkijoiden aineiston avulla on mahdollista verrata maita huippututkijoiden määrän ja viittausindeksin arvon suhteen (Thomson Reuters 2014; Bornmann & Bauer 2015). Huippututkijat on tunnistettu maailman vuosien 2002–2012 viitatuimmista yhden prosentin papereista 21 tieteenalalla. Kuviossa 1 on verrattu huippututkijoiden osuutta maiden Top 10 -indeksin arvoon. Huippututkija-indeksi on saatu vertaamalla maan osuutta huippututkijoista sen osuuteen kaikista vuosien 2011–2014 julkaisuista (vrt. myös Batty 2003; Basu 2006).

Huippututkija-indeksi ennustaa hyvin maiden Top 10 -indeksin arvon (yliopistojen osalta ks. Abramo & al. 2016). Yksi yhteen indeksit eivät kuitenkaan mene, mikä on luonnollista, sillä muutkin tekijät kuin huippututkijoiden määrä vaikuttavat maan viittausindeksiin, minkä voisi ilmaista myös siten, että eri maiden tutkijoiden kokoonpanot eivät käyttyäy täsmällisesti Lotka-käyrän mukaisesti.

Tuotteliaiden tutkijoiden palkkaamisen lisäksi toinen tapa, jolla maa voi vaikuttaa tutkimuk-

sen vaikuttavuuteen, on vähentää vähän viitattujen tutkijoiden määrää (vrt. Cole & Cole 1972; Cole & Meyer 1985). Tämä tapa ei ole kovin tehokas, koska vähän viitattujen tutkijoiden pienen julkaisu- ja viittausmäärän vuoksi suurikaan tutkijamäärän supistus ei juuri vaikuta tutkimuksen tuottavuuteen ja vaikuttavuuteen. Lisäksi vähän viitattujen tutkijoiden määrän vähentäminen lisää tuotteliaiden tutkijoiden opetuksen ja hallintotyön määrää ja vaikuttaa tutkimukseen käytettävissä olevaan aikaan – mikäli ei samalla vähennetä opiskelijoiden määrää.

Aika

Tuotteliaat tutkijat varmistavat maan tutkimuksen tuottavuuden ja vaikuttavuuden. Se ei kuitenkaan riitä, jos maa ei pysty tarjoamaan tutkijoilleen muiden tiedemaiden veroisia tutkimusedellytyksiä. Tärkein edellytyksistä on aika; tutkimus vaatii aikaa, ja sitä tutkijalla ei ole, jos häntä kuormitetaan opetusvelvollisuudella ja hallintotehtävillä (Fairweather 2002; Eubanks & al. 2013; Belas & Toutkoushian 1999).

Tuotteliaat tutkijat käyttävät tutkimukseen enemmän aikaa kuin tutkijakunnan enemmistö.

Usein heidän työajastaan pienempi osa kuluu opetukseen ja hallintoon, mutta he tekevät myös pitempiä päiviä (Lane & al. 1990; Levitan & Ray 1992; Liddle & al. 1997; Bentley & Kyvik 2013). Tuotteliaat tutkijat eivät ole huonoja opettajia; kokonaisuutena ottaen he saavat yhtä hyviä opetus-tuloksia kuin keskivertotutkijat.

Aikaa eivät tarvitse vain tuotteliaat tutkijat, vaan tutkimuksen tuottavuus ja laatu korreloivat yleisesti tutkimukseen käytettävissä olevan ajan kanssa (Hattie & Marsh 1996; Gottlieb & Keith 1997). Tutkimusajan riittävyyden kannalta tärkeä on opettaja–opiskelija-suhde: mitä enemmän tutkija-opettajalla on opiskelijoita, sitä vähäisempi on tutkimusaika. Tämä koskee kuitenkin vain perusopiskelijoita, useimmilla aloilla suuri tohtoriopiskelijoiden määrä parantaa tutkimuksen tuottavuutta ja laatua (Dundar & Lewis 1998; Fox 1992; Crespi & Geuna 2004; Fairweather 2002; Hu & Gill 2000; Bonaccorsi & al. 2007).

Tutkimusaikaa voidaan lisätä palkkaamalla avustavaa työvoimaa, esimerkiksi antamalla tutiinityöt tutkimusassistentille tai -sihteerille. Tutkimusentekoon välittömästi liittymättömät tehtävät voi hoitaa siihen erikoistunut henkilökunta. Mailla, jotka tarjoavat paljon aikaa tutkimukseen, on vähän opiskelijoita ja paljon avustavaa henkilökuntaa suhteessa akateemisen henkilökunnan määrään (Levitan & Ray 1992; Hsiou-Hsia 2007; Geiger 2004, 146).

Kilpailu

Tutkimuksen tuottavuuteen ja laatuun vaikuttaa keskeisesti tapa, jolla yliopistot ja tutkijat saavat tutkimusrahoituksen. Pelkistetysti voidaan puhua keskitetystä ja kilpailullisesta rahoituksesta.

Keskitetyllä rahoituksella tarkoitetaan rahoitusta, jonka valtiolta myöntää yliopistoille opiskelijoiden, henkilökunnan määrän tai aikaisemman rahoituksen määrän perusteella (panospohjainen perusrahoitus). Keskitetyssä järjestelmässä paremman suorituskyvyn yliopistojen tuotteliaat tutkijat voivat saada vähemmän rahoitusta kuin matalamman suorituskyvyn yliopistojen keskivertotutkijat (vrt. Abramo & al. 2013). Kilpailullisessa rahoitusjärjestelmässä yliopistot saavat suuren osan tutkimusrahoituksestaan tutkimusrahoitusinstituutioilta ja muilta tutkimusrahoittajilta (kilpailullinen projektirahoitus). Yksi kilpailullisen rahoituksen muoto on perusrahoituksen jako yliopistoille panospohjaisten kriteerien sijasta tulospohjaisilla kriteereillä (kilpailullinen perusrahoitus; esimerkiksi julkaisujen laatu ja vaikuttavuus, ulkopuolisen tutkimusrahoituksen määrä).

On intuitiivisesti selvää, että jos maan yliopistojen tutkimuksen laatu vaihtelee, kilpailullinen rahoitus tuottaa maalle korkeamman tutkimuksen laadun kuin keskitetty rahoitus. Tätä on tutkittu taulukossa 3. Maassa on kaksi yliopistoa A ja B, jotka maksavat tutkijoilleen yhtä korkeaa palkkaa. Yliopisto B:n tutkimuksen tuottavuus (julkaisuja/milj. euroa) ja vaikuttavuus (viittaukset/julkaisut) ylittää yliopisto A:n tuottavuuden ja vaikuttavuuden. Keskitetyn rahoituksen tilanteessa maan tutkimusrahat jaetaan tasan yliopistojen välillä. Kilpailullisessa tilanteessa sama rahoitus on tutkimuksen laatua mukaillen jaettu A:lle ja B:lle suhteessa 40–60. Kilpailullinen rahoitus lisää keskitettyyn malliin verrattuna maan tuottavuutta ja laatua 5 prosenttia.

Maan tutkimuksen taso nousee eniten, jos rahoitus keskittyy molempien yliopistojen tuotte-

Taulukko 3. Kilpailullisen rahoituksen vaikutus kahden maan tutkimuksen tuottavuuteen ja vaikuttavuuteen.

Yliopisto	Milj. euroa	Julkaisuja yhteensä	Julkaisuja/ milj. euroa	Viittaukset/ julkaisut	Viittauksia yhteensä
Keskitetty rahoitus					
Yliopisto A	10	30	3	15,0	450
Yliopisto B	10	50	5	30,0	1 500
Yhteensä	20	80	4	24,4	1 950
Kilpailullinen rahoitus					
Yliopisto A	8	24	3	15,0	360
Yliopisto B	12	60	5	30,0	1 800
Yhteensä	20	84	4	25,7	2 160
Kilpailullinen/keskitetty rahoitus		1,05	1,05	1,05	1,11

liaiden tutkijoiden tekemään tutkimukseen. Niin tapahtuu, jos rahoitus toteutetaan kilpailullisena projektirahoituksena – molempien yliopiston tuotteliaat tutkijat saavat enemmän rahoitusta, vähän viitatus vähemmän. Rahoitus jakautuu yliopistoille niiden tuotteliain tutkijoiden määrän mukaisessa suhteessa, jolloin yliopistojen väliset erot vielä suurenevät.

Kilpailullinen perusrahoitus ei tuota niin suurta vaikutusta kuin kilpailullinen projektirahoitus, koska rahoituksen jako riippuu siitä, missä määrin yliopistojen omissa rahoitusmalleissa otetaan huomioon eri tiedekuntien, laitosten, tutkimusryhmien ja yksittäisten tutkijoiden tutkimuksen laatu. Usein valtakunnalliset rahoituskriteerit siirtyvät vain osittain yliopistojen sisäiseen rahoituksen jakoon, varsinkin jos yliopistossa harjoitetaan kollegiaalista päätöksentekoa (vrt. Aagaard 2015).

Kilpailullisen rahoituksen yksi perustelu on, että kohdistuessaan rahoituksen parhaille tutkijoille ja tutkimushankkeille, se kannustaa yliopistojen ja tutkimuksen tuottavuuden ja laadun jatkuvaan parantamiseen (Hicks 2012). Anglosaksisen kilpailullisen yliopistomallin maat – USA, Iso-Britannia, Kanada, Australia – sijoittuvatkin hyvin kansainvälisissä tiedevertailuissa. Lisäksi jotkut empiiriset tutkimukset osoittavat myös kilpailullisen perusrahoituksen vaikutuksen tutkimuksen tuottavuuteen tai vaikuttavuuteen (Andersen & Pallesen 2008; Schneider & al. 2016; Besselaar & al. 2017). Vaikuttaa kuitenkin siltä, että kilpailullisen rahoituksen vaikutus on enemmän kertaluonteinen kuin jatkuva. Siirryttäessä keskitetystä kilpailulliseen rahoitukseen maan tutkimuksen tuottavuus ja laatu nousevat uudelle tasolle, mutta nousu pysähtyy siinä vaiheessa, kun yliopistojen välille on muodostunut uusi, niiden tutkimuksen laatua vastaava rahoitustasapaino. Britannian RAE:n (Research Assessment Exercise) käyttöänoton jälkeen maan tutkimuksen laatu kohosi nopeasti, mutta nousu hidastui myöhemmin eikä enää parantunut seuraavien 10–15 vuoden aikana suhteessa kansainväliseen kehitykseen (Geuna & Martin 2003).

Kilpailulliset rahoitusjärjestelmät saattavat johtaa maan tutkimuksen tason kohoamiseen kuitenkin myös pitkällä aikavälillä. Kun yliopistojen tutkimusrahoitus riippuu niiden tutkimuksen tuottavuudesta ja laadusta, ja ne taas tuotteliain tutkijoiden määrästä, yliopistojen rahoituksen määrä riippuu siitä, miten ne onnistuvat rekrytoimaan tuotteliaita tutkijoita. Seurauksena on yliopistojen välinen kilpailu tutkijoista (vrt. Abramo & al. 2012a; Bo-

naccorsi & Cicero 2016). Se kohottaa tutkijan ammatin statusta ja lisää lahjakkaiden nuorten hakeutumista tieteen pariin. Dynamiikka toimii kuitenkin vain, jos yliopistot ovat autonomisia eli voivat itse päättää tutkijoidensa palkoista ja tutkimuksenteon edellytyksistä. Kilpailua ei synny, mikäli nuo tekijät määrittelevät keskitetysti (vrt. esim. Suomi ennen vuoden 2010 yliopistouudistusta).

Tämä saattaa selittää sen, että USA ja Sveitsi pärjäävät hyvin kansainvälisissä tiedevertailuissa, vaikka niiden yliopistojen rahoitusmallit ovat toistensa vastakohtia: Sveitsissä perusrahoituksen osuus on aina ollut korkea, kun taas USA:ssa sitä on tuskin lainkaan (DFA 2016, 80). Ratkaiseva tekijä ei ole tutkimusrahoituksen kilpailullisuus, vaan yliopistojen laaja autonomia.

Kriitikoiden mielestä kilpailullinen rahoitus on lyhytjänteistä, sen arviointikäytännöt (vertaisarviointi) suosivat vakiintuneita tutkimusteemoja ja yksitieteisyyttä, se lisää soveltavaa tutkimusta perustutkimuksen kustannuksella ja melkoinen osa tutkimusrahoituksesta joudutaan käyttämään kilpailullisen rahoituksen byrokratiaan. Lisäksi kilpailullinen rahoitus laskee tutkimuksen laatua (Horrobin 1996; Geuna 2001; Geuna & Martin 2003; Ylijoki 2003; Himanen & al. 2009; Auranen 2014, 102–109).

Empiiristen tutkimusten tulokset kilpailullisen rahoituksen vaikutuksista tuottavat keskenään ristiriitaisia tuloksia. Eräiden tutkimusten mukaan kilpailullisella rahoituksella ei ole sen enempää positiivisia (Auranen & Nieminen 2010; Auranen 2014, tiivistelmä; Sandström & al. 2014) kuin negatiivisiaakaan vaikutuksia (Kyvik 2007; 2013; vrt. Ylijoki & al. 2011). Yksi uhka tulee kuitenkin ottaa vakavasti. Lyhytaikaiset tutkimussopimukset lisäävät tutkijoiden työskentelyolosuhteiden epävarmuutta ja vähentävät tutkimustyön houkuttelevuutta (Ylijoki 2003). Siihen on mahdollista vastata pidentämällä rahoitusjaksoja (vrt. Loehle 1990). Toinen tapa on kompensoida työsuhteiden kestoa nostamalla määräaikaisten tutkijoiden palkkausta. Kolmas tapa on luoda sellainen suhde määräaikaisten ja vakinaisten työpaikkojen välille, mikä antaa nuorelle tutkijalle näkymän tulevaisuuden pysyvistä työsuhteista.

Joka tapauksessa yliopistojen toiminnan pitkän aikavälin suunnittelu, infrastruktuurin rakentaminen ja ylläpito, tutkimukseen perustuvan opetuksen toteuttaminen, tutkijakoulutus sekä tutkimushankkeiden suunnittelu ja toteuttaminen sekä ennen muuta tutkimuksen pitkäjänteisyys edellyttä-

vät riittävää ja vakaata perusrahoitusta (Moed & al. 1998). Vaikka kilpailullinen rahoitus saattaa kohottaa maan tutkimuksen tuottavuutta ja laatua, on osa rahoituksesta toteutettava perusrahoitusena. Mutta mikä on oikea suhde niiden välillä? Tähän aiheeseen liittyvä tutkimus ei pysty antamaan selkeää ja empiirisesti perusteltua vastausta (Geuna 2001; Schmidt 2012; Chelps 2015, 161).

Tutkimusrahoituksen keskittäminen

Kilpailu johtaa tuotteliaiden tutkijoiden ja korkealaatuisen tutkimuksen keskittymiseen muutamaani yliopistoihin. Ei-kilpailullisissa järjestelmissä yliopistojen väliset erot ovat pieniä, mutta yliopistojen sisäiset erot suuria (Geuna & Martin 2003; Abramo & al. 2013; Hicks 2012). Keskittyminen puolestaan antaa tiedepolitiikalle uuden mahdollisuuden nostaa maan tutkimuksen tuottavuutta ja laatua sekä rakentaa maahan yliopistoja, jotka ovat kykeneviä kilpailemaan kansainvälisellä tasolla (Abramo & al. 2014b). Rajaamalla tutkimusrahoitus parhaille yliopistoille ja tutkimusryhmille maa voi vähentää tutkimuksen laajuutta ja samalla vähentää vähän viitattujen tutkijoiden määrää. Yhdysvaltojen ja Britannian tutkimuksen laatua selitetäänkin tutkimusrahojen avulla keskittämällä suhteellisen pienelle joukolla yliopistoja (vrt. Graham & Diamond 1997, 36). Yhdysvalloissa 75 prosenttia kaikesta akateemisesta tutkimus- ja kehittämisrahoituksesta on keskitynyt noin sadalle yliopistolle, kun korkeakouluinstituutioita on kaikkiaan yli 2 000. Britanniassa kuusi huippuyliopistoa saa noin puolet tutkimusrahoituksen kokonaismäärästä (Bonaccorsi & Cinzia 2005; Maassen 2014).

Yksikkökoko

Monien maiden tiedepolitiikka perustuu oletukseen, että suurten organisaatioiden tutkimus on tuottavampaa ja korkealaatuisempaa kuin pienten (Bonaccorsi & Cinzia 2005). Oletukseen nojautuen rahoitusta suunnataan suurille organisaatioille. Sillä on perusteltu myös rakenteellista kehittämistä – pienten yksiköitä lakkauttamista, niiden liittämistä suurempiin yksiköihin tai olemassa olevien yksiköiden fuusioimista suuremmiksi kokonaisuuksiksi. Sama ajatus on profiloitumisen taustalla: tuottavampaa ja korkealaatuisempaa tutkimusta saadaan, kun organisaatiot erikoistuvat komparatiivisen etunsa mukaisille tutkimusaloille. Seurauksena on kunkin tieteenalan tutkimuksen keskittyminen suhteellisen harvoin yksiköihin.

Arvioitaessa koko-oletuksen paikkansapitävyyttä on tehtävä ero tutkimusryhmien ja muodollisten organisaatioiden – laitosten, tiedekuntien ja yliopistojen – välille (Tunzelmann & al. 2003). Tutkimusryhmä muodostaa tutkijan välittömän ympäristön, muodolliset organisaatiot taas laajemman toimintakontekstin. Kuitenkin riippumatta siitä, kummasta tekijästä puhutaan, empiiriset tutkimukset eivät osoita yksiselitteistä korrelaatiota tutkimuksen tuottavuuden ja laadun ja koon välillä (Spangenberg & al. 1990; Kyvik 1995a; Gulbrandsen 2000; Seglen & Aksnes 2000; Tunzelmann & al. 2003; Bonaccorsi & Cinzia 2005; Bonaccorsi & al. 2007; Hollingsworth 2008; Abramo & al. 2012b).

Tutkimusryhmän optimaalinen koko vaihtelee tieteenaloittain. Joillakin aloilla toimivan tutkimusryhmän kooksi on arvioitu 3–8 akateemista tutkijaa, joillakin toisilla 6–8 tai 11–15 (Blackburn & al. 1978; Johnston 1994; Tunzelmann & al. 2003; Verbree & al. 2013). Tutkimuksen henkeä kohti laskettu tuottavuus tai laatu eivät kasva optimikoon saavuttamisen jälkeen.

Osa muodollisista organisaatioista tehdyistä selvityksistä vahvistaa koon ja tutkimuksen välisen yhteyden, osa taas ei. Syynä saattaa olla, että tarkastelussa ei olla tehty eroa kilpailullisten ja ei-kilpailullisten järjestelmien välillä. Kilpailullisissa järjestelmissä tutkimus pyrkii keskittymään. Kilpailullisiin järjestelmiin (USA, Kanada, Britannia) kohdistuneet tutkimukset viittaavat koon ja tutkimuksen tason väliseen korrelaatioon (Blau 1973, 85–86; Rushton & Meltzer 1981; Dundar & Lewis 1998; Louis & al. 2007; Dubois & al. 2014). Ei-kilpailullisissa järjestelmissä keskittymistä eikä eriytymistä tapahdu, ja yliopistojen väliset tuottavuus- ja laatuerot jäävät pieniksi (Bonaccorsi & Cinzia 2005; Bonaccorsi & al. 2007; Abramo & al. 2012b; Verbree & al. 2013).

Selkeä tulos on kuitenkin, että suuret yksiköt ovat kustannustehokkaampia kuin pienet, mikä johtuu siitä, että infrastruktuuri ja yhteiset palvelut voidaan järjestää edullisemmin. Yliopiston koon kasvattaminen saattaa myös lisätä koulutuksen tehokkuutta ja tekee opetuksen ja tutkimusjakoulutuksen koordinoinnin helpommaksi (Kyyvik 1995; Bonaccorsi & Cinzia 2005). Kokoon liittyvä kustannustehokkuus voi luoda edellytykset tutkimuksen korkealle tuottavuudelle ja laadulle, mutta se toteutuu vain, jos yliopistot suunntaavat säästyneet varat tutkimukseen (vrt. Geiger 2004, 146).

Kansainvälinen yhteistyö

Yksi tapa, jolla maat ovat pyrkineet kohottamaan tutkimuksen tuottavuutta ja laatua, on suuntautuminen kansainväliseen yhteistyöhön. Bibliometrisen tutkimuksen mukaan kansainvälisessä yhteistyönä laaditut julkaisut saavat enemmän viittauksia kuin kansalliset julkaisut. Tämä korostuu vielä, kun tarkastellaan viitatuimpia Top10 -julkaisuja (Adams 2013; Nordfors 2011; Karlsson & Persson 2012; Muhonen & al. 2012). Kansainvälisissä yhteisjulkaisuissa on paljon kirjoittajia, usein paljon enemmän kuin kansallisissa yhteisjulkaisuissa, ja yleensä ne julkaistaan tiedelehdissä, joilla on korkea kansainvälinen näkyvyys.

Kriittiset tutkimukset osoittavat kuitenkin, että kansainvälisten yhteisjulkaisujen kansallisia korkeampi vaikuttavuus saattaa olla näennäistä. Kun julkaisujen ja viittausten määrä jaetaan kirjoittajien määrällä, kansallisten ja kansainvälisten julkaisujen tuottavuudella ja laadulla ei ole juuri eroa (Puuska & al. 2014; vrt. myös Fanelli & Lariviere 2015). Lutz Bornmannin (2017) evidenssin mukaan yhteistyön vaikutus viittausten määrään on suuresti riippumaton julkaisun laadusta.

Pienille maille kansainvälinen yhteistyö tarjoaa aidon mahdollisuuden kohottaa tutkimuksensa tasoa. Ulkomaisten kumppaneiden avulla pienet tiedemaat voivat vähentää erikoistumisen lisääntymisestä sekä tutkimuslaitteistojen ja -aineistojen hankkimisesta aiheutuvia kustannuspaineita (Luukkonen & al. 1992).

Tutkimusinvestoinnit

Maan tutkimuksen laatu riippuu sen tutkijakunnan kokoonpanosta, tutkimusajan määrästä ja muista tutkimusedellytyksistä. Ne vaativat rahaa. Siksi rahaa enemmän käyttävät maat pärjäävät kansainvälisissä laatuvertailuissa (May 1997; 1998; Cole & Phelan 1999; King 2004; Shelton 2008; Li 2016). Yliopistotutkimuksen suurin menoerä on palkat, ja palkkojen ulkopuolisilla kustannuksilla on hyvin vähän vaikutusta tuottavuuteen ja laatuun (Cole & Phelan 1999; vrt. Dougherty & al. 2007). Kahdesta yhtä suuresta maasta enemmän rahaa voi käyttää vauraampi. Laatuerot saatavat olla kuitenkin suuremmat kuin tutkimusinvestointien erot, sillä vauraampi maa voi houkutella eduillaan köyhemmän maan tuotteliaita tutkijoita. Köyhempi maa voi kuitenkin päästä samalla laatutasolle kuin vauraampi, mikäli se käyttää tutkimukseen suuremman osan tuloistaan.

Maa voi parantaa tutkimuksen laatua investoimalla enemmän rahaa tutkimukseen. Laatu paranee kuitenkin vain, jos rahoitusta lisätään vähitellen ja asteittain (vrt. Freeman & Van Reenen 2009). Nimittäin, jos rahoituksen lisäys tehdään kertainvestointina, on vaarana, että tutkimuksen laatu laskee.

Rahoituksen lisäys merkitsee uusien tutkimushankkeiden aloittamista. Tutkimushankkeet voidaan toteuttaa joko siten, että tuotteliaat tutkijat käyttävät enemmän aikaa tutkimukseensa tai palkkaavat avukseen uusia tutkijoita. Kun tuotteliaat tutkijat pystyvät käyttämään vain vähäisessä määrin tarjolla olevaa tutkimus aikaa (koska ovat jo ylityöllistettyjä), on todennäköistä, että hankkeita toteuttamaan palkataan nuoria ja kokemattomia tutkijoita. Hankkeita johtavat tuotteliaat tutkijat joutuvat käyttämään aikaansa uusien tulokkaiden kouluttamiseen eivätkä ehdi tekemään omaa tutkimustaan (vrt. Moed & al. 1998). Toinen tekijä on, että uusien tutkijoiden tuottavuus ja tutkimuksen laatu eivät yllä tuottelioiden tutkijoiden tasolle, mikä johtaa maan tutkimuksen tason laskuun.

Rahoituksen nopeaan lisäämiseen liittyvä pitkän aikavälin ongelma on tutkijoiden valikoimaton rekrytointi. Uuden tutkimuksen toteuttamiseen on palkattava henkilöitä, joita sillä hetkellä on tarjolla. On todennäköistä, että seurauksena on tutkijakunnan rakenteen painottuminen vähän viitattuihin tutkijoihin. Sitä voidaan havainnollistaa tilanteella, jossa professori palkkaa hankkeisiinsa kaikki tohtorikoulutuskurssin opiskelijat, vastakohtana sille, että hän palkkaa kurssin lahjakkaimman tai lahjakkaimmat. Jos rahoitusta lisätään asteittain, professori voi palkata hankkeisiinsa peräkkäisten kurssien lahjakkaimmat opiskelijat, jolloin kaikki rekrytoidut edustavat lahjakainta tutkijapotentiaalia.

Yhteenveto ja keskustelu

Yhteenveto

Artikkelin tarkoitus on vastata kysymykseen, mitkä tekijät selittävät maiden tieteellisen tutkimuksen tasoa, erityisesti sen laatua. Kysymystä olen tarkastellut kansallisen päätöksentekijän näkökulmasta: mitä maan tulisi tehdä nostaakseen tutkimuksen tasoa? Tutkimuksen aineistona ovat aikaisemman aiheeseen liittyvän tutkimuksen tulokset.

Tärkein maan tutkimuksen tasoa selittävä tekijä on tutkijakunnan kokoonpano. Parhaiten kansainvälisissä vertailuissa menestyvät maat, joilla on eniten korkealaatuista tutkimusta tekeviä tutkijoita. Toinen tekijä on tutkimukseen käytettävissä olevan ajan runsaus. Myös tutkimusrahoituksen kilpailullisuus vaikuttaa tutkimuksen tasoon, mutta pitkällä aikavälillä tärkeämpi rooli on yliopistojen kilpailulla tuotteliaista tutkijoista. Se puolestaan edellyttää yliopistojen autonomiaa, oikeutta päättää itse akateemisen henkilökunnan palkkauksesta ja muista tutkimustyön ehdoista. Tutkimuksen tasoon vaikuttaa tutkimusrahoituksen keskittäminen. Pienet maat voivat hyötyä kansainvälisestä tieteellisestä yhteistyöstä.

Maa voi nostaa tieteellisen tutkimuksensa tasoa rekrytoimalla oman maan lahjakkaita nuoria ja houkuttelemalla maahan tuotteliaita ulkomaisia tutkijoita. Lahjakkaita nuoria maa saa tieteen pariin tarjoamalla tutkijoille maan muita sektoreita paremmat työehdot. Työehtojen tulee olla riittävät myös suhteessa vertailumaihin. Tutkijoiden työehtojen kilpailukykyisyyden, tutkimusajan runsauden ja muut tutkimusedellytykset turvaa riittävä tutkimusrahoitus. Rahoituksen lisäykset tulee toteuttaa asteittain ja pitkäjänteisesti.

Keskustelu

Analyysini on keskittynyt selittämään maan tutkimuksen tuottavuutta ja laatua tutkijakunnan kokoonpanolla, tuotteliain tutkijoiden osuudella maan kaikista tutkijoista. Aihetta on käsitelty aikaisemmin runsaasti tieteensosiologiassa, mutta viime vuosina siihen liittyvä tutkimus ja keskustelu ovat jääneet kapeiksi. Siihen on kaksi todennäköistä syytä. Ensimmäinen on empiirisen aineiston puuttuminen. Aineistoja on yksittäisistä tieteenaloista ja yliopistoista, mutta sellaiset kansallisen mitan aineistot puuttuvat, jotka sallisivat tutkijoiden tuottavuuden ja laadun kattavan kansainvälisen vertailun. Tätä työtä ollaan kuitenkin tekemässä (Researcher ID, Scopus Author Identifier, ORCID), ja on odotettavissa, että tulevana vuosi-

na eri maiden tutkijoista löytyy vertailukelpoista empiiristä tietoa (vrt. Youtie & al. 2017).

Toinen tekijä on jännite tasa-arvoon pyrkivän politiikan ja erinomaisuutta korostavan politiikan välillä. Tasa-arvoa vaalivissa yhteiskunnissa kansatusta ei saa politiikka, joka suuntaa tieteen panokset meriittien mukaan. Mutta kuten Diana Hicks (2011) toteaa, tasa-arvoa korostava politiikka saattaa johtaa siihen, että parhaat tutkijat eivät ole riittävän motivoituneita tutkimuksenteekoon. Seuraukset kansallisen tutkimusjärjestelmän kannalta saattavat olla huomattavat.

Monet seikat puhuvat pelkästään meriitteihin perustuvaa politiikkaa vastaan. Kehittyneissä yhteiskunnissa tulee olla tarjolla kaikkien keskeisten alojen ajantasainen tietovaranto riippumatta kansallisen tutkimuksen kansainvälisestä laadusta. Kaikki paljon viitatu tutkijatkaan eivät julkaise joka vuosi, monilla on pitkiä kuivia kausia, ja jotkut pyrkivät tietoisesti säästämään julkaisemista, erityisesti humanistisissa ja yhteiskuntatieteissä (Ioannides & al. 2014). Tutkijan pitää voida luottaa rahoituksen jatkuvuuteen, vaikka ei pystyisikään tuottamaan koko ajan merkittäviä löydöksiä (Cole 1970). Lisäksi tutkijoissa on aina tohtoriopiskelijoita ja nuoria tutkijoita, jotka eivät pysty samaan tuottavuuteen ja laatuun kuin kokeneemmat kollegansa. Ja kun tutkijakunnan jakauma tulee aina olemaan epätasainen, kysymys on siitä, miten koko joukon painopiste sijoittuu. Tutkimuksen rahoituksessa tarvitaan tasapaino meriittien ja tasa-arvon välillä.

Tasapaino tarvitaan myös yliopistojen keskitetyn ja kilpailullisen rahoituksen välille. Kilpailullisella rahoituksella kannustetaan tutkimuksen laatua, mutta yliopistoilla on myös paljon tehtäviä, jotka vaativat tasaisen ja ennakoitavan määrän resursseja. Kilpailullinen rahoitus nakertaa tutkijan ammatin arvostusta; kilpailullisen rahoituksen työsuhteiden määräaikaisuus vähentää tutkimustyön houkuttelevuutta – ja on omiaan työntämään lahjakkaat nuoret muille aloille.

- Aagaard, Kaare: How incentives trickle down: local use of a national bibliometric indicator system. *Science and Public Policy* 42 (2015): 5, 715–737.
- Aagaard, Kaare & Schneider, Jesper W.: Research funding and national academic performance: Examination of a Danish success story. *Science and Public Policy* 43 (2016): 4, 518–531.
- Abramo, Giovanni & Cicero, Tindaro & D'Angelo, Ciriaco Andrea: The dispersion of research performance within and between universities as potential indicators of the competitive intensity in higher education systems. *Journal of Informetrics* 6 (2012a): 2, 155–168.
- Abramo, Giovanni & Cicero, Tindaro & D'Angelo Ciriaco Andrea: Revisiting size effect in higher education research productivity. *Higher Education* 63 (2012b): 6, 701–717.
- Abramo, Giovanni & Cicero, Tindaro & D'Angelo Ciriaco Andrea: The impact of unproductive and top researchers on overall university research performance. *Journal of Informetrics* 7 (2013): 1, 166–175.
- Abramo, Giovanni & D'Angelo, Ciriaco Andrea: Research evaluation: improvisation or science. S. 55–63. *Teoksessa Bibliometrics. Use and Abuse in the Review of Research Performance*. London: Portland Press, 2014a. <https://pdfs.semanticscholar.org/ac51/a2eb1d8494341664542f7abfef46fa5df6e3.pdf> (luettu 27.1.2018).
- Abramo, Giovanni & D'Angelo, Ciriaco Andrea & Di Costa, Flavia: Variability of research performance across disciplines within universities in non-competitive higher education systems. *Scientometrics* 98 (2014b): 2, 777–795.
- Abramo, Giovanni & D'Angelo, Ciriaco Andrea & Soldatenkova, Anastasia: The ratio of top scientists to the academic staff as an indicator of the competitive strength of universities. *Journal of Informetrics* 10 (2016): 2, 596–605.
- Adams, Jonathan: The use of bibliometrics to measure research quality in UK higher education institutions. *Archivum Immunologiae et Therapiae Experimentalis* 57 (2009): 19–32.
- Adams, Jonathan: The fourth age of research. *Nature* 497 (2013): 557–560.
- Aksnes, Dag: Citations and their use as indicators in science policy. Studies of validity and applicability issues with a particular focus on highly cited papers. Dissertation for the doctoral degree of the University of Twente. March, 2005.
- Andersen, Lotte Bøgh & Pallesen, Thomas: "Not just for the money?" How financial incentives affect the number of publications at Danish research institutions. *International Public Management Journal* 11 (2008): 1, 28–47.
- Auranen, Otto: University Research Performance. Influence of funding competition, policy steering and micro-level factors. *Acta Universitatis Tampereensis* 1910. Tampere University Press, 2014.
- Auranen, Otto & Nieminen, Mika: University research funding and publication performance – An international comparison. *Research Policy* 39 (2010): 6, 822–834.
- Basu, Aparna: Using ISI's 'Highly Cited Researchers' to obtain a country level indicators of citation excellence. *Scientometrics* 68 (2006): 3, 361–375.
- Batty, Michael: Citation Geography: It's About Location. *The Scientist* 17 (2003): 18. <http://www.complexcity.info/files/2011/06/batty-scientist-2003.pdf> (luettu 29.1.2018).
- Bellas, Marcia L. & Toutkoushian, Robert: Faculty Time Allocations and Research Productivity: Gender, Race and Family Effects. *The Review of Higher Education* 22 (1999): 4. <https://muse.jhu.edu/article/30080> (luettu 27.23.2017).
- Ben-David, Joseph: Scientific Productivity and Academic Organization in Nineteenth Century Medicine. *American Sociological Review* 25 (1960): 6, 828–843.
- Bentley, Peter James & Kyvik, Svein: Individual Differences in Faculty Research Time Allocation Across 13 Countries. *Research in Higher Education* 54 (2013): 3, 329–348.
- Besselaar van, Peter & Sandström, Ulf: Does Quantity Make a Difference? ISSI 2015. http://www.vandenbesselaar.net/_pdf/2015%20ISSI%20ULF.pdf (luettu 6.3.2015).
- Besselaar van, Peter & Heyman, Ulf & Sandström, Ulf: Perverse effects of out-put based research funding? Butler's Australian case revisited. *Journal of Informetrics* 11 (2017): 3, 905–918.
- Blackburn, Robert & Behymer, Charles E. & Hall, David: Research Note: Correlates of Faculty Publications. *Sociology of Education* 51 (1978): 2, 132–141.
- Bland, Carole J. & Ruffin, Mack T.: Characteristics of a Productive Research Environment: Literature Review. *Academic Medicine* 67 (1992): 6, 385–397.
- Blau, Peter M.: *The Organization of Academic Work*. John Wiley & Sons, 1973.
- Bonaccorsi, Andrea & Cinzia, Daraio: Exploring size and agglomeration effects on public research productivity. *Scientometrics* 63 (2005): 1, 87–120.
- Bonaccorsi, Andrea & Daraio, Cinzia & Simar Leopold: Efficiency and productivity in European universities: exploring trade-offs in the strategic profile. S. 144–193. *Teoksessa Bonaccorsi, Andrea & Daraio, Cinzia (toim.): Universities and Strategic Knowledge Creation. Specialization and Performance in Europe*. Edward Elgar, 2007.
- Bonaccorsi, Andrea & Cicero, Tindaro: Distributed or concentrated research excellence? Evidence from a large-scale research assessment exercise. *Journal of the Association for Information Science and Technology* 67 (2016): 12, 2976–2992.
- Bornmann, Lutz: Is collaboration among scientists related to the citation impact of papers because their quality increases with collaboration? An analysis based on data from F1000Prime and normalized citation scores. *Journal of the Association for Information Science and Technology* 68 (2017): 4, 1036–1047.

- Bornmann, Lutz & Bauer Johann: Evaluation of the highly-cited researchers' database for a country: Proposals for meaningful analyses on the example of Germany. *Scientometrics* 105 (2015): 3, 1997–2003.
- Chelps: Performance-based funding and performance agreements in fourteen higher education systems. Report for the Ministry of Education, Culture and Science. Center for Higher Education Policy Studies. Universiteit Twente, 2015.
- Cole, Jonathan: Patterns of Intellectual Influence in Scientific Research. *Sociology of Education* 43 (1970): 4, 377–403.
- Cole, Jonathan R. & Cole, Stephen: The Ortega Hypothesis. *Science* 178 (1972): 4029, 368–375.
- Cole, Stephen & Cole, Jonathan R.: Scientific Output and Recognition: A Study in the Operation of the Reward System in Science. *American Sociological Review* 32 (1967): 3, 377–390.
- Cole, S. & Meyer, G. S.: Little science, big science revisited. *Scientometrics* 7 (1985): 3–6, 443–458.
- Cole, Stephen & Phelan, Thomas J.: The Scientific Productivity of Nations. *Minerva* 37 (1999): 1, 1–23.
- Crespi, Gustavo A. & Geuna Aldo: The Productivity of Science. Report prepared for the Office of Science and Technology, Department of Trade and Industry. SPRU – University of Sussex, 2004.
- DFA: Links between research policy and national academic performance. A comparative study of Denmark, Sweden and the Netherlands. Background Report. Commissioned by the Danish Council for Research and Innovation-policy (DFIR) and carried out a consortium consisting of CFA, Technopolis Group and NIFU, 2016.
- Dougherty, Sean M. & Inklaar, Robert & Mc Guckin, Robert H. & van Ark, Bart: International Comparisons of R&D Expenditure. S. 292–322. Teoksessa Berndt, Ernst R. & Hulten, Charles (toim.): *Hard-to-Measure Goods and Services: Essays in Honor of Zvi Griliches*. University of Chicago Press, 2007.
- Dubois, Pierre & Rochet, Jean-Pierre & Schlenker, Jean-Marc: Productivity and Mobility in Academic Research: Evidence from Mathematics. *Scientometrics* 98 (2014): 3, 1669–1701.
- Dundar, Halil & Lewis Darrel R.: Determinants of Research Productivity in Higher Education. *Research in Higher Education* 39 (1998): 6, 607–631.
- Eubanks, Dawn L. & Palanski, Michelle E. & Swart, Juani & Hammond, Michelle M. & Oguntebi, Joy: Pathways to Earlier and Later Creative Discoveries in Nobel Prize Winners. S. 184–208. Teoksessa Hemlin, Sven & Allwood, Carl Martin & Martin, Ben C. & Mumford, Michael D. (toim.): *Creativity and Leadership in Science, Technology, and Innovation*. Routledge, 2013.
- Fairweather, James S.: The Mythologies of Faculty Productivity. *The Journal of Higher Education* 73 (2002): 1, 26–48.
- Fanelli, Daniele & Lariviere, Vincent: Are scientists really publishing more? ISSI 2015, 652–653. <https://pdfs.semanticscholar.org/27e2/498520565a64090a2099a2f2c6d59e872a2.pdf> (luettu 28.1.2018)
- Feist, Gregory J.: Quantity, Quality, and Depth of Research as Influences on Scientific Eminence: Is Quantity Most Important? *Creativity Research Journal* 10 (1997): 4, 325–335.
- Fox, Mary Fran: Research, teaching, and Publication Productivity: Mutuality Versus Competition in Academia Author(s). *Sociology of Education* 65 (1992): 4, 293–305.
- Franzoni, Chiara, Scellato, Giuseppe & Stephan, Paula: International Mobility of Research Scientists: Lessons from GlobSci. S. 35–65. Teoksessa Geuna, Aldo (toim.): *Global Mobility of Research Scientists. The Economics of Who Goes Where and Why*. Academic Press, 2015.
- Freeman, Richard & Van Reenen, John: What If Congress Doubled R&D Spending on the Physical Sciences? *Innovation Policy and the Economy* 9 (2009): 1–38. <http://www.nber.org/chapters/c8182.pdf> (luettu 28.1.2018).
- Gazni, Ali & Ghaseminik, Zahra: Author practices in citing other authors, institutions, and journals. *Journal of the Association for International Science and Technology* 67 (2016): 10, 2536–2549.
- Geiger, Roger L.: *Knowledge and Money. Research Universities and the Paradox of the Marketplace*. Stanford University Press, 2004.
- Geuna, Aldo: The Changing Rationale for European University Research Funding: Are There Negative Unintended Consequence? *Journal of Economic Issues* 35 (2001): 3, 607–632.
- Geuna, Aldo & Martin, Ben R.: University Research Evaluation and Funding: An International Comparison. *Minerva* 41 (2003): 4, 277–304.
- Gottlieb, Esther E. & Keith, Bruce: The academic research-teaching nexus in eight advanced-industrialized countries. *Higher Education* 34 (1997): 3, 397–420.
- Graham, Hugh Davis & Diamond, Nancy: *The Rise of American Research Universities. Elites and Challenges in the Postwar Era*. The John Hopkins University Press, 1997.
- Gulbrandsen, Johan Magnus: Research Quality and Organisational Factor: An Investigation of the Relationship. Department of Industrial Economics and Technology Management. Norwegian University of Science and Technology, 2000.
- Hattie, John & Marsh, H. W.: The Relationship Between Research and Teaching: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research* 66 (1996): 4, 507–542.
- Hicks, Diana: Performance-based university research funding systems. *Research Policy* 41 (2012): 2, 251–261.
- Hicks, Diana M. & Katz, Sylvan: Equity and Excellence in Research Funding. *Minerva*, 49 (2011): 2, 137–151.
- Himanen, Laura & Auranen, Otto & Puuska, Hanna-Mari & Nieminen, Mika: Influence of research funding and science policy on university research performance: a comparison of five countries. *Science and Public Policy* 36 (2009): 6, 419–430.
- Hollingsworth, J. Rogers: Scientific Discoveries: An In-

- stitutionalist and Path-Dependent Perspective. S. 317–353. Teoksessa Hannaway C. (toim.): *Biomedicine in the Twentieth Century: Practice, Policies, and Politics*. Bethesda, MD: National Institutes of Health, 2008.
- Horrobin, David F.: Peer review of grant applications: a harbinger for mediocrity in clinical research? *Lancet* 348 (1996): 1293–1295.
- Hsiou-Hsia, Tai: The Features of a World-Class University: Lesson from International Ranking. S. 39–54. Teoksessa Sadlak, Jan & Nian Cai, Liu (toim.): *The World-Class University and Ranking: Aiming Beyond Status*. Unesco-Cepes, Shanghai Jiao Tong University, Cluj University Press, 2007.
- Hu, Qing & Gill, T. Grandon: IS Faculty Research Productivity: Influential Factors and Implications. *Information Resources Management Journal* 13 (2000): 2, 15–25.
- Ioannides, John P. & Boyack, Kevin W. & Klavans, Richard: Estimates of the Continuously Publishing Core in the Scientific Workforce. *PLoS ONE* 9 (7). Published: July 9, 2014. 2014. <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0101698> (luettu 28.1.2018)
- Johnston, Ron: Effects of Resource Concentration on Research Performance. *Higher Education* 28 (1994): 1, 25–37.
- Karlsson, Staffan & Persson, Olle: The Swedish production of highly cited papers. *Vetenskapsrådet lilla rapportserien* 5:2012. Stockholm, 2012.
- King, David A.: The scientific impact of nations. *Nature* 430 (2004): 311–316. <https://www.nature.com/articles/430311a> (luettu 29.1.2018).
- Kwiek, Marek: The European research elite: a cross-national study of highly productive academics. *Higher Education* 71 (2016): 3, 379–397.
- Kyvik, Svein: Are big university departments better than smaller ones? *Higher Education* 30 (1995a): 3, 295–304.
- Kyvik, Svein: Department size and resources for administration. *Tertiary Education and Management* 1 (1995b): 1, 107–108.
- Kyvik, Stein: Changes in Funding University Research: Consequences for Problem Choice and Research Output of Academic Staff. S. 387–409. Teoksessa Enders, Jurgen & Jonbloed, Ben (toim.): *Public-Private Dynamics in Higher Education. Expectations, Developments and Outcomes*. Bielefeld, 2007.
- Kyvik, Svein: The academic researcher role: enhancing expectations and improved performance. *Higher Education* 65 (2013): 4, 525–538.
- Lane, Julia, Ray, Russ & Glennon, Dennis: Work Profiles of Research Statisticians. *The American Statistician* 44 (1990): 1, 9–13.
- Levitan, Alan S. & Ray, Russ: Personal and Institutional Characteristics Affecting Research Productivity of Academic Accountants. *Journal of Education for Business* 67 (1992): 6, 335–341.
- Li, John, T.: What we learn from the shifts in highly cited data from 2001 to 2014. *Scientometrics* 108 (2016): 1, 57–82.
- Liddle, Becky J. & Westergren, Amy J. & Duke, David L.: Time Allocation and Research Productivity Among Counseling Faculty. *Psychological Reports* 80 (1997): 339–344.
- Liefner, Ingo: Funding, resource allocation, and performance in higher education systems. *Higher Education* 46 (2003): 4, 469–489.
- Loehle, Craig: A guide to increased creativity in research – inspiration or perspiration? *Bioscience* 40 (1990): 2, 123–129.
- Lotka, Alfred J.: The frequency distribution of scientific productivity. *Journal of the Washington Academy of Sciences* 16 (1926): 12, 317–323.
- Louis, Karen Seashore & Holdsworth, Janet M. & Anderson, Melissa S. & Campbell, Eric G.: Becoming a Scientist: The Effects of Work-Group Size and Organizational Climate. *The Journal of Higher Education* 78 (2007): 3, 311–336.
- Luukkonen, Terttu & Persson, Olle & Sivertsen, Gunnar: Understanding Patterns of International Scientific Collaboration. *Science, Technology, & Human Values* 17 (1992): 1, 101–126.
- Maassen, Peter: Change Dynamics in Higher Education. Presentation to Finnish Higher Education Seminar (December 10, 2014). University of Eastern Finland
- May, Robert M.: The Scientific Wealth of Nations. *Science* 275 (1997): 5301, 793–796.
- May, Robert M.: The Scientific Inventions of Nations. *Science* 281 (1998): 5373, 49–51.
- Metcalf, Hilary & Rolfe, Heather & Stevens, Philip & Weale, Martin: Recruitment and Retention of Academic Staff in Higher Education. Research Report No 658. National Institute of Economic and Social Research, 2005.
- Moed H.F. & Luwel M. & Houben J.A. & Spruyt E. & Van Den Bergh H.: The Effects of changes in the funding structure of the Flemish universities on their research capacity, productivity and impact during the 1980's and early 1990's. *Scientometrics* 43 (1998): 2, 231–255.
- Muhonen, Reetta & Leino, Yrjö & Puuska, Hanna-Mari: Suomen kansainvälinen yhteisjulkaiseminen. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisu 2012:4.
- Nordforsk: Comparing Research at Nordic Universities using Bibliometric Indicators. A publication from the NORIA-net “Bibliometric Indicators for the Nordic Universities”. Policy Brief 4, 2011.
- OECD: OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2013. OECD Publishing, 2013.
- Oppenheim, Charles: The correlation between citation counts and the 1992 Research Assessment Exercise Ratings for British research in Genetics, Anatomy and Archaeology. *Journal of Documentation* 53 (1997): 5, 477–487.
- Price, Derek J. De Solla: *Little Science, Big Science... and Beyond*. Columbia University Press, 1986.
- Puuska, Hanna-Mari & Muhonen, Reetta & Leino, Yrjö: International and domestic co-publishing and their citation impact in different disciplines. *Scientometrics* 98 (2014): 2, 823–839.
- Rinia, E.J. & van Leeuwen, Th. N. & van Vuren, H.G.

- & van Raan A.F.J.: Comparative analysis of a set of bibliometric indicators and central peer review criteria. Evaluation of condensed matter physics in the Netherlands. *Research Policy* 27 (1998): 1, 95–107.
- Rushton, J. P. & Meltzer, S.: Research Productivity, University Revenue, and Scholarly Impact (Citations) of 169 British, Canadian and United States Universities (1977). *Scientometrics* 3 (1981): 4, 275–303.
- Sandström, Ulf & Heyman, Ulf & van Besselaar, Peter: The Complex Relationship between Competitive Funding and Performance. S. 523–533. Teoksessa Proceedings of the science and technology indicators conference 2014 Leiden. Universiteit Leiden – CWTS, 2014.
- Scellato, Giuseppe & Franzoni, Chiara & Stephan, Paula: Migrant scientists and international networks. *Research Policy* 44 (2015): 1, 108–120.
- Schmidt, Evanthis Kalpazidou: University Funding Reforms in the Nordic Countries. *The Journal of Finance and Management in Colleges and Universities* 3 (2012): 8, 113–136.
- Schneider, Jesper W. & Aagard, Kaare & Bloc Carter W.: What happens when national research funding is linked to differentiated publication counts? A comparison of the Australian and Norwegian publication-based funding model. *Research Evaluation* 25 (2016): 3, 244–256.
- Seglen, Per O. & Aksnes, Dag W.: Scientific productivity and group size: A bibliometric analysis of Norwegian microbiological research. *Scientometrics* 49 (2000): 1 125–143.
- Shelton, Robert A.: Relations between national research investment and publication output: Application to an American Paradox. *Scientometrics* 74 (2008): 2 191–205.
- Spangenberg, John F.A. & Starmans, Richard & Bally, Yvonne & Breemhaar, Bert & Nijhuis, Frans J.N. & van Dorp, Cees A.F.: Prediction of scientific performance in clinical science. *Research Policy* 19 (1990): 3, 239–255.
- Suomen Akatemia: Tieteen tila 2012. Suomen Akatemian julkaisuja 6/12.
- Suomen Akatemia: Tieteen tila 2014. <http://www.aka.fi/fi/tiedepoliittinen-toiminta/tieteen-tila/tieteen-tila/> (luettu 29.1.2018).
- Suomen Akatemia: Tieteen tila 2016. <http://www.aka.fi/fi/tiedepoliittinen-toiminta/tieteen-tila/> (luettu 29.1.2018).
- Thomson Reuters: The World's Most Influential Scientific Minds 2014. <https://pharmacy.umich.edu/sites/default/files/worlds-most-influential-scientific-minds-2014.pdf> (luettu 29.1.2018)
- Tunzelmann von, Nick & Ranga, Marina & Martin, Ben & Geuna, Aldo: The Effects of Size on Research Performance: A SPRU Review. SPRU. University of Sussex at Brighton, 2003.
- Verbree, Maaïke & van der Weijden, Inge & van der Besselaar, Peter: Academic Leadership of High-Performing Research Groups. S. 113–148. Teoksessa Hemlin, Sven & Allwood, Carl Martin & Martin, Ben C. & Mumford, Michael D. (toim.): Creativity and Leadership in Science, Technology, and Innovation. Routledge, 2013.
- Viljamaa, Kimmo & Lehenkari, Janne & Lemola, Tarmo & Tuominen, Terhi: Tutkimuspolitiikan välineet ja käytännöt - viiden maan vertailu. Suomen Akatemian julkaisu 2/10, 2010.
- Ylijoki, Oili-Helena: Entangled in academic capitalism? A case-study on changing ideals and practices of university research. *Higher Education* 45 (2003): 3, 307–355.
- Ylijoki, Oili-Helena & Lyytinen, Anu & Marttila, Liisa: Different research market: a disciplinary perspective. *Higher Education* 62 (2011): 6, 721–740.
- Youtie, Jan & Carley, Stephen & Porter, Alan L & Shapira, Philip: Tracking researchers and their outputs: New Insights from ORCID. *Scientometrics* 113 (2017): 1, 437–453. <https://par.nsf.gov/servlets/purl/10036464> (luettu 26.1.2018).

TIIVISTELMÄ

Olli Poropudas: Kansallisen tieteen kansainväliseen tasoon vaikuttavat tekijät

Artikkelin tarkoitus on vastata kysymykseen, mitkä tekijät selittävät maiden tieteellisen tutkimuksen kansainvälistä tasoa, erityisesti sen laatua. Kysymystä tarkastellaan kansallisen päätöksentekijän näkökulmasta. Aineistona on aiheesta aikaisemmin tehty tutkimus. Sitä tarkastellaan empiirisen tutkimuksen tulosten ja teoreettisen päättelyn avulla.

Parhaiten kansainvälisissä vertailuissa menestyvät maat, joilla on eniten korkealaatuista tutkimusta teke-

viä tutkijoita. Niitä maa saa rekrytoimalla oman maan lahjakkaita nuoria ja houkuttelemalla maahan tuotteliaita ulkomaisia tutkijoita. Lahjakkaita nuoria maa voi houkutella tieteen pariin tarjoamalla tutkijoille maan muita sektoreita paremman palkan ja muut työehdot.

Tutkimuksen tasoon vaikuttavat tutkimukseen käytettävissä olevan ajan runsaus, tutkimusrahoituksen kilpailullisuus, yliopistojen kilpailu tuotteliaista, yliopistojen autonomian aste, tutkimusrahoituksen keskittäminen, kansainvälinen tieteellinen yhteistyö. Tärkeä edellytys on riittävä tutkimusrahoitus.